

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

⑤1

Int. Cl.:

F 161, 1/00

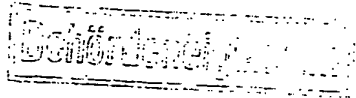
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.: 47 fl, 1/00



⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

Offenlegungsschrift 1 625 957

Aktenzeichen: P 16 25 957.7 (C 43328)

Anmeldetag: 10. April 1964

Offenlegungstag: 6. April 1972

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

③1

Aktenzeichen: —

⑤4

Bezeichnung: Verfahren zum Verbinden einer Unterwasser-Rohrleitung mit einem Bohrlochkopf

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: 1 294 757

⑦1

Anmelder: Chevron Research Co., San Francisco, Calif. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Görtz, H., Dipl.-Ing., Patentanwalt, 6000 Frankfurt

⑦2

Als Erfinder benannt: Postlewaite, William Rogers, Menlo Park;
Ludwig, Milton (+), Berkeley; Calif. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 13. 8. 1969
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

ORIGINAL INSPECTED

④ 3. 72 209 815/190

10/70

1625957

PATENTANWALT
DPL.-ING.

HELMUT GÖRTZ

6 Frankfurt am Main 70
Schneckenhofstr. 27 - Tel. 61 70 79

C 32 610 XII/47f - Tr. A

Chevron Research Corp.

1. September 1967
Gzf/fh

Verfahren zum Verbinden einer Unterwasser-
Rohrleitung mit einem Bohrlochkopf

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum horizontalen Verbinden einer Unterwasserrohrleitung mit einem am Meeresboden befindlichen Verankerungselement, insbesondere einem Bohrlochkopf.

In geringen Wassertiefen ist es ohne weiteres möglich, die Unterwasserrohrleitung vom Schiff abzulassen und das Ende mit Hilfe von Tauchern am Bohrlochkopf zu befestigen. In tieferem Wasser, wenn beispielsweise der Bohrlochkopf mehr als 350 m unter der Wasseroberfläche liegt, versagt dieses Verfahren, da Taucher in diese Wassertiefen nicht vordringen können.

Es ist auch ein Verfahren zum Verlegen von Unterwasserrohrleitungen in flacheren Küstengewässern bekannt, bei dem die Rohrleitung aus dem Schiff horizontal ausgeschoben wird. Um zu verhüten, daß an der Rohrleitung übermäßige Spannungen auftreten, wird die Rohrleitung durch eine schwimmende Rohrleitungsführung geschoben, die mittels Auftriebskörpern eine vorher errechnete Lage unterhalb der Wasseroberfläche beibehält. Die Rohrleitung verläuft dann etwa S-förmig, wenn sie horizontal am Bohrlochkopf oder einem sonstigen Verankerungspunkt am Meeresboden an-

209815/0190

BAD ORIGINAL

geschlossen werden soll, d.h. die Rohrleitungslinie hat zwei Krümmungspunkte. Je nach der Wassertiefe müssen die Auftriebskörper genau berechnet werden, um einen von den jeweiligen Rohrleitungsmaterialien und Rohrleitungsquerschnitten abhängigen minimalen Krümmungsradius nicht zu unterschreiten. In tieferem Wasser ist das Gewicht der Rohrleitung aufgrund der größeren Länge größer, weswegen auch die Auftriebskörper größer dimensioniert werden müssen. Bis zu einer gewissen Wassertiefe ist dieses Verfahren anwendbar, obwohl die Notwendigkeit der Rohrführung und der Auftriebskörper einen hohen Aufwand bedingt, insbesondere deswegen weil bei unterschiedlichen Wassertiefen der Gesamtauftrieb verändert werden muß, um ein spannungskontrolliertes Verlegen der Rohrleitung sicherzustellen. Bei größeren Wassertiefen, also in der Größenordnung von 350 m und mehr versagt auch dieses bekannte Verfahren, da die dann notwendigen Dimensionen der Auftriebskörper praktisch unrealisierbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, die dem bekannten Verlegungsverfahren anhaftenden Nachteile zu vermeiden und insbesondere ein einfacheres, weniger aufwendiges Verfahren zu schaffen, um eine Rohrleitung in tiefem Wasser, ohne Zuhilfenahme von Tauchern mit einem Bohrlochkopf zu verbinden, wobei in jedem Moment dieses Verbindungsvorganges eine Kontrolle der jeweils auftretenden Spannungen an der Rohrleitung möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rohrleitung aus einem Schiff nach unten abgelassen wird, nachdem am unteren Ende der Rohrleitung ein Ziehkabel befestigt

worden ist, das um einen Umlenkpunkt am Bohrlochkopf herum und zu einem Holeyunkt an der Wasseroberfläche führt, daß das Ziekabel mit einer Kraft eingezogen wird, die ^{einen} vorgebenen Maximalwert nicht überschreitet, und daß während des Hereinziehens des Kabels bis zur Berührung der Rohrleitung mit dem Bohrlochkopf, am Verlegungsschiff der Neigungswinkel der dort schwenkbar gelagerten Rohrleitung unter einem Maximalwert und/oder die in Richtung der Rohrleitung wirkende Zugkraft am Schiff oberhalb eines Minimalwertes gehalten wird, wobei die Maximal- bzw. Minimalwerte rechnerisch in Abhängigkeit von der Wassertiefe und dem minimalen zulässigen Krümmungsradius der Rohrleitung vorher bestimmt werden.

Mit dem neuen erfindungsgemäßen Verfahren werden erhebliche Vorteile erreicht. Es kann in praktisch unbegrenzten Wassertiefen gearbeitet werden. Die Rohrleitung wird vertikal nach unten abgelassen. Dadurch werden jegliche Auftriebskörper vermieden. Mit dem Ziekabel wird das untere Rohrleitungsende zum Bohrlochkopf hingezogen. Würde man während dieses Hinziehens keine Überwachungen der Rohrleitungslage im Wasser vornehmen, so könnte sich die Rohrleitung benachbart ihres unteren Endes so stark biegen, daß ein minimaler zulässiger Biegeradius unterschritten wird, wodurch es zu einem Knicken der Rohrleitung kommen würde. Die Rohrleitung würde dann unbrauchbar sein. Besonders gefährlich ist dies, weil man das Knicken nicht erkennen würde. Nach dem Anschließen der Rohrleitung am Bohrlochkopf würde an der beschädigten Rohrleitungsstelle eine größere Menge Erdöl ausströmen, bis die Beschädigung überhaupt erkannt werden könnte.

Erfindungsgemäß wird nunmehr die Lage der Rohrleitung in jedem Moment überwacht. Es ist erkannt worden, daß einige Meßgrößen an der Wasseroberfläche abgelsen werden können, die genaue Rückschlüsse auf die jeweilige Lage der Unterwasserrohrleitung zulassen. Diese Größen sind die Zugkraft des Ziehkabels, die in horizontaler Richtung am Bohrlochkopf wirkt und die über das Ziehkabel an die Wasseroberfläche übertragen wird, weiterhin der Neigungswinkel der Rohrleitung am Schiff, der in einfachster Weise dadurch gemessen werden kann, daß die Rohrleitung in einer schwenkbaren Führung am Schiff aufgehängt wird und schließlich die Zugkraft der Rohrleitung, die am Schiff in Richtung der Rohrleitung wirkt. Diese Größen werden erfindungsgemäß in Abhängigkeit von dem minimalen zulässigen Biegeradius der Rohrleitung und der Wassertiefe vorausberechnet. Man braucht dann nur dafür zu sorgen, daß die tatsächlichen Meßwerte unterhalb der vorbestimmten Maximalwerte bzw. oberhalb der Minimalwerte bleiben, um sicherzustellen, daß die Rohrleitung an keiner Stelle den kleinsten zulässigen Biegeradius unterschreitet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Rohrleitung bis nahe dem Meeresboden etwa senkrecht nach unten abgelassen wird, bevor das untere Rohrleitungsende mit dem Ziehkabel zum Bohrlochkopf hingezogen wird. Vorteilhaft ist weiterhin, daß das Schiff auf eine horizontale Entfernung größer als ein rechnerisch bestimmbarer horizontaler Mindestabstand von einem vertikal über dem Bohrlochkopf liegenden Punkt der Wasseroberfläche gebracht bzw. in dieser Entfernung gehalten wird, bevor das untere Rohrleitungsende zum Bohrlochkopf eingezogen wird.

Mit diesen Maßnahmen wird sichergestellt, daß das Rohrleitungs-ende in etwa horizontaler Lage zum Bohrlochkopf hingezogen werden kann, ohne daß die Rohrleitung über den Meeresboden schleift, also immer in einem, wenn auch geringen Abstand oberhalb der Meeresbodenoberfläche bewegt wird. Diese Bewegung wird durch Messung der Ziehkraft des Ziehkabels und des Neigungswinkels der Rohrleitung am Schiff und/oder der Zugkraft der Rohrleitung am Schiff dauernd überwacht. Dadurch können Rohrleitungen mit empfindlichen Oberflächen, beispielsweise isolierte oder ummantelte Rohrleitungen über eine erhebliche Strecke zum Bohrlochkopf hinbewegt werden, ohne daß die Gefahr der Beschädigung der Isolierung durch den Meeresboden besteht.

Anhand der Zeichnung sei die Erfindung beispielsweise näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schwenkbare Führung für die Rohrleitung am Verlegungsschiff in Stirnansicht,

Fig. 2 die schwenkbare Führung in Seitenansicht,

Fig. 3 ein Schaubild zur Veranschaulichung des Verfahrens zum Verbinden der Rohrleitung mit dem Unterwasserbohrlochkopf,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Neigungswinkel-Meßeinrichtung für eine von einer Trommel am Schiff abwickelbare Rohrleitung,

Fig. 5 ein Schaubild der Rohrleitungslinie mit Darstellung der wesentlichen Rechengrößen und

Fig. 6 ein Rechendiagramm, aus dem die jeweiligen Grenzwerte zur Überwachung der Lage der Rohrleitung unter Wasser entnommen werden können.

209815/0195 **BAD ORIGINAL**

Das Schiff 10 schwimmt auf dem Wasser 11 über dem Meeresgrund 12. Bei der Ausführung der Vorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 3, weist das Schiff einen Schlitz 13 auf, an dessen beiden Seiten Lagerböcke 14 mit Lagern 15 zur Abstützung eines Zapfens 16 vorgesehen sind, der eine um den Zapfen schwenkbare Führung 17 trägt. Der Schwerpunkt der Führung 17 liegt etwas unterhalb der Schwenkachse, so daß sich die Führung immer vertikal einzustellen sucht.

Die Führung 17 weist einen Rahmen 18 auf, an dem ein Wagen 20 mit Rollen 19 längsverfahrbar ist. Der Wagen hängt an einem Kabel 21, das über eine Rolle 22 läuft und mit einer Zugkraftmeßeinrichtung 23 verbunden ist. Mittels einer motorgetriebenen Trommel 24 ist der Wagen auf- und abbewegbar. Der Wagen selbst besitzt Greiforgane 25 für Rohrleitungsstücke, die über ein Kabel 26 von einer motorgetriebenen Trommel 27 betätigbar sind. An einer Seite der Schwenkführung 17 befindet sich eine Plattform 28 zur Aufnahme des unteren Endes einer Rohrlänge 29, die mittels eines Greifers 30 über ein Kabel 31 von einem Kran 32 abgesetzt werden kann. Die Rohrlänge 29 wird dann in die Führung eingehängt, wonach der Wagen 20 abwärts bewegt wird, so daß die Greifer 25 die Rohrlänge erfassen. Der Wagen wird dann ein kurzes Stück angehoben, wodurch die Rohrlängen 29 ganz in die Führung hineingelangen. Dann wird die gesamte Rohrlänge durch Niederfahren des Wagens in der Führung 17 abgesenkt, um das untere Ende der Rohrlänge in einem automatischen Schweißkopf 33 in der Mitte der Führung 17 anzuordnen.

Unterhalb des Schweißkopfes 33 befindet sich ein Hydraulikzylinder 34 mit Kolben 35, der aus einem Hydraulikbehälter 36 über eine Pumpe 37 und Regeleinrichtungen 38 betätigt wird. Das Ober-
teil des Kolbens 35 trägt Greiforgane 39, die mittels eines Kabels und einer motorgetriebenen Trommel 41 betätigbar sind.
Befindet sich der Kolben 35 in seiner obersten Stellung und der Wagen 20 in der unteren (in Figur 1 gestrichelt dargestellt), werden die Greifer 39 betätigt. Anschließend werden die Greifer 25 gelöst. Der Kolben 35 wird dann abgesenkt, um die Rohrlänge in der gewünschten Relativlage zum Schweißkopf 33 anzuordnen, damit das obere Ende dieser Rohrlänge mit dem unteren Ende der nächsten Rohrlänge verschweißt werden kann. Nachdem die Schweißung durchgeführt ist, wird der Wagen abgesenkt, so daß das fertige Rohrleitungsstück 44 durch das Führungsorgan 42 und das Führungsorgan 43 abgelassen werden kann. Wie aus Figur 3 hervorgeht, wird die Unterwasserrohrleitung 44 mittels eines Kabels 46, dessen Ende an einem Kupplungsstück 45 des unteren Endes der Rohrleitung 44 angreift, von einem stationär oberhalb eines Bohrlochkopfes 47 oder an einer sonstigen Verankerungsstelle schwimmenden Arbeitsschiff 48 zum Bohrlochkopf hingeführt.

Beim Verbinden der Unterwasserrohrleitung mit dem Bohrlochkopf muß dafür gesorgt werden, daß ein bestimmter Krümmungsradius R_0 der Rohrleitung nicht unterschritten wird, da sonst die beherrschenden Biegebeanspruchungen der Rohrleitung ein unzulässiges Maß übersteigen würden. Mit den folgenden Abkürzungen:

W = Längengewicht der Rohrleitung im Wasser

T_s = am Schiff gemessene Zugkraft der Rohrleitung

- F = horizontale Zugkraft des an der Rohrleitung befestigten und zum Bohrlochkopf führenden Ziekabels
- P_s = vertikale, am Schiff auftretende Zugkraftkomponente
- L = horizontaler Abstand des Schiffes von einem Punkt vertikal oberhalb der Meeresbodenverankerungsstelle
- H = Wassertiefe
- R_o = minimal zulässiger Biegeradius der Rohrleitung
- e = am Schiff gemessener Winkel der Rohrleitung zur Horizontalen

lassen sich durch Lösung von Differentialgleichungen die in Figur 6 wiedergegebenen dimensionslosen Funktionen, insbesondere für e und F und gegebenenfalls T_s und L in Abhängigkeit von der dimensionslosen Größe $\frac{R_o}{H}$ auftragen.

Soll nun beispielsweise eine Rohrleitung von bestimmtem Querschnitt in einer Wassertiefe von 182 m an einen Bohrlochkopf angeschlossen werden, so läßt sich mit den Formeln der Festigkeitslehre die maximal zulässige Biegebeanspruchung und daraus der minimale Biegeradius R_o berechnen, der im angegebenen Beispiel 45,7 m betragen soll. Das Verhältnis $\frac{R_o}{H}$ beträgt dann 0,25. Aus den gegebenen Rohrleitungsdimensionen folgt als Produkt $W \cdot H = 4722$. Mit diesen Werten lassen sich aus Figur 6 entnehmen:

$$F = 535 \text{ kg}$$

$$T_s = 2680 \text{ kg}$$

$$\text{tg } e = 4,9$$

$$L = 810 \text{ m.}$$

BAD ORIGINAL

209815/0190

Man weiß also aus dem Kurvenblatt gemäß Figur 6, welche Kräfte durch die Rohrleitung auf das Schiff ausgeübt werden und entnimmt auch den horizontalen Abstand L , den das Schiff von einem Punkt oberhalb des Bohrlochkopfes haben soll, wenn mit dem Einziehen des Kabels 46 begonnen wird. Nachdem die Rohrleitung am Bohrlochkopf angeschlossen worden ist, braucht für das weitere Verlegen nur darauf geachtet zu werden, daß der Winkel e mittels eines am Schiff angeordneten Neigungsanzeigers 49 unterhalb eines Maximalwertes und/oder die Zugspannung T_g oberhalb eines Minimalwertes gehalten wird. Der tatsächliche Biegeradius der Rohrleitung wird dann immer oberhalb des minimalen zulässigen Biegeradius bleiben, so daß die zulässige Biegespannung nicht überschritten wird. Das Anschließen der Rohrleitung an den Bohrlochkopf kann erfindungsgemäß vollkommen blind erfolgen, kann in größten Tiefen durchgeführt werden und bedarf nicht der Überwachung durch Taucher.

In Figur 4 ist eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung dargestellt. Das Schiff 10 weist eine drehbare Rolle 50 auf, auf welcher die Rohrleitung 44 kontinuierlich aufgewickelt ist. Ein Wagen 51 ist mit Rollen 52 auf dem Rohr längsverfahrbar und hat eine Verbindung 53 mit dem Schiff. Ein Neigungswinkelanzeiger 54 ist mittels Übertragungseinrichtungen 55 mit einer Anzeigevorrichtung 56 verbunden. Auch diese Einrichtung ist in der Lage, während des hier kontinuierlich erfolgenden Ablassens der Rohrleitung dauernd den Neigungswinkel der Rohrleitung relativ zur Horizontalen zu messen.

BAD ORIGINAL

209815/0190

Das Verfahren zum Anschließen der Rohrleitung 44 an den Unterwasserbohrlochkopf 47 wird nun anhand der Figur 3 beschrieben. Zu Beginn wird vom Schiff 10 die Rohrleitung 44 bis kurz oberhalb des Meeresbodens abgelassen. Das über eine Rolle am Bohrlochkopf 47 laufende Ziehkabel 46 hängt locker durch. Das Schiff 10 hat von dem Arbeitsschiff 48 oberhalb des Bohrlochkopfes einen erheblich geringeren Abstand als der im Ausführungsbeispiel errechnete horizontale Abstand L. Nunmehr wird das Schiff 10 aus der Stellung B in die Stellung C verfahren. Das Ziehkabel 46B wird dann straff. Die Rohrleitungsführung 17 am Schiff nimmt einen bestimmten Neigungswinkel ein. Nunmehr werden weitere Rohrlängen am oberen Ende der Rohrleitung 44 angesetzt bzw. bei der Ausführung gemäß Figur 4 die Rolle 50 weiterhin abgespult. Der sich dadurch vergrößernde Winkel ϵ wird durch Verfahren des Schiffes 10 nach rechts (Fig. 3) ausgeglichen. An der Stelle X berührt das untere Rohrleitungsende den Meeresboden bei O. Wenn der Winkel ϵ dann nur geringfügig unter dem für die jeweilige Rohrleitung errechneten Maximalwinkel gehalten wird, liegt der tatsächliche Krümmungsradius R_0 geringfügig oberhalb des zulässigen Mindestwertes. Aus Sicherheitsgründen wird man für das Schiff die Stellung D wählen. Der Neigungswinkel ϵ liegt dann genügend unterhalb des Maximalwertes. Die Zugkraft T_g liegt entsprechend genügend weit oberhalb des Minimalwertes, so daß ein unbeabsichtigtes Versetzen des Schiffes durch Seegang usw., beispielsweise bis zur Stelle X hin, noch keine Beschädigung der Rohrleitung zur Folge hat. Als nächstes wird das Schiff in die Stellung E geführt, wobei weitere Rohrlängen zugeführt werden. Die Leitung nimmt dann die mit 44F bezeichnete Lage ein. 44E stellt die theoretisch er-

rechnete Lage dar, die nach rechts nicht unterschritten werden darf, um den Krümmungsradius nicht zu klein werden zu lassen. Nun wird auf das Ziehkabel 46 eine Zugkraft unterhalb der vorher errechneten Kraft F ausgeübt. Läßt sich das Kabel 46 damit bewegen, so wird es zum Arbeitsschiff 48 hin aufgezogen, wodurch die Kupplung 45 des vorderen Endes der Rohrleitung 44 mit dem Bohrlochkopf 47 in Eingriff kommt. Die Rohrleitung 44 verändert dann ihre Lage bis zur Linie 44G, wobei vorausgesetzt wird, daß das Schiff 10 seine Lage beibehält.

Reicht die vorher errechnete Zugkraft F nicht aus, so stimmt die Lage des Schiffes 10 bzw. die Kurve der Rohrleitung 44 nicht oder die Wassertiefe wurde falsch ermittelt.

Nachdem die Rohrleitung auf diese Weise am Bohrlochkopf angeschlossen ist, beginnt das eigentliche Verlegen der Rohrleitung längs des Meeresbodens 12, wobei sich das Schiff 10 vom Schiff 48 immer mehr entfernt, während entsprechende Rohrleitungslängen ausgefahren werden. Der Neigungswinkel e und/oder die Zugkraft T_s wird kontinuierlich oder in kurzen Abständen gemessen, um die vorher errechneten Maximal- bzw. Minimalwerte mit Sicherheit einzuhalten.

Ändert der Meeresboden während der Verlegung seine Lage, wird also die Wassertiefe größer oder kleiner, so braucht die Verlegung nicht unterbrochen zu werden, vielmehr wird je nach der neuen gemessenen Wassertiefe H der neue Wert für e und/oder T_s bestimmt. Auf diese Weise kann immer dafür gesorgt werden, daß die Beanspruchungen der Rohrleitung im zulässigen Bereich bleiben.

BAD ORIGINAL

209815/0190

Wenn die Rohrleitung eine empfindliche Umhüllung hat, beispielsweise isoliert ist, so ist die Überwachung der jeweiligen Lage der Rohrleitung während des Verbindens der Rohrleitung mit dem Bohrlochkopf besonders wichtig, da verhindert werden muß, daß die Rohrleitung über den Meeresboden schleift. Um dies sicherzustellen, wird das Schiff 10 von Anfang an in einem Mindestabstand gleich der horizontal gemessenen Länge L vom Arbeitsschiff 48 angeordnet. Es wird während des folgenden Verbindungsvorganges streng darauf geachtet, daß dieser Abstand L nicht unterschritten wird. Dann wird die Rohrleitung 44 in der beschriebenen Weise nach unten abgelassen, bis das Ende nahezu den Meeresboden erreicht. Nun wird das Ziehkabel 46 eingezogen, jedoch nur mit einer Kraft, die die vorbestimmte Maximalkraft F nicht überschreitet. Die Rohrleitung muß dann entsprechend weiter ausgefahren werden. Gleichzeitig wird der Neigungswinkel der Rohrleitung in der Führung 17 des Schiffes 10 unterhalb des errechneten Maximalwertes gehalten und/oder es wird die Zugspannung T_g oberhalb eines Minimalwertes gehalten. All dies läßt sich durch Steuerung der Ablassgeschwindigkeit der Rohrleitung und gegebenenfalls Wegbewegen des Schiffes 10 vom Arbeitsschiff 48 erreichen. Wenn der Neigungswinkel etwa gleich dem errechneten Maximalwinkel ist und die horizontale Ziehkraft des Ziehkabels 46 am unteren Ende der Rohrleitung etwa dem errechneten Grenzwert entspricht, so hat die Rohrleitung in ihrem unteren Bereich einen Krümmungsradius, der etwa gleich R_0 entspricht, wobei das Vorderende 45 der Rohrleitung 44 den Meeresboden gerade berührt. Dieser Zustand entspricht in Figur 3 der Lage 0 des Vorderendes 45 der Rohrleitung 44, wobei sich das Schiff in der Stellung D befindet. Beim nachfolgenden Herein-

ziehen des Kabels 46 läßt sich dann durch Überwachung der Ziehkraft am Ziehkabel 46 und des Neigungswinkels ϵ sicherstellen, daß mit Ausnahme des Vorderendes 45 der Rohrleitung, das eine entsprechende Kipplung aufweist, im wesentlichen kein Abschnitt der Rohrleitung den Meeresboden berührt.

Wenn dann das Kupplungsstück 45 der Rohrleitung mit dem Bohrlochkopf 47 in Eingriff getreten ist, wird das Schiff 10 vom Arbeitsschiff 48 weggefahren, wobei gleichzeitig weitere Rohrlängslängen abgelassen werden. Die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes und die Ablassgeschwindigkeit der Rohrleitung werden so gesteuert, daß der jeweilige Neigungswinkel ϵ unter dem für die jeweilige Wassertiefe errechneten Maximalwert bleibt. Dies stellt sicher, daß die Biegebeanspruchungen der Rohrleitung in keinem Stadium des Verlegungsverfahrens ein unzulässiges Maß erreicht.

BAD ORIGINAL

209815/0190

Patentansprüche

1. Verfahren zum horizontalen Verbinden einer Unterwasserrohrleitung mit einem am Meeresboden vorgesehenen Bohrlochkopf, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (44) aus ^{einem} Schiff (10) nach unten abgelassen wird, nachdem am unteren Ende (45) der Rohrleitung (44) ein Ziehkabel (46) befestigt worden ist, das um einen Umlenkpunkt am Bohrlochkopf (47) herum und zu einem Holeyunkt (48) an der Wasseroberfläche führt, daß das Ziehkabel (46) mit einer Kraft (F) eingezogen wird, die einen vorgegebenen Maximalwert (F_{\max}) nicht überschreitet, und daß während des Hereinziehens des Kabels (46) bis zur Berührung der Rohrleitung (44) mit dem Bohrlochkopf (47) am Verlegungsschiff (10) der Neigungswinkel (e) der dort schwenkbar gelagerten Rohrleitung (44) unter einem Maximalwert (e_{\max}) und /oder die in Richtung des oberen Endes der Rohrleitung (44) wirkende Zugkraft (T_s) oberhalb eines Minimalwertes ($T_{s \min}$) gehalten wird, wobei die Grenzwerte (F_{\max} , e_{\max} und $T_{s \min}$) rechnerisch in Abhängigkeit von der Wassertiefe (H) und dem minimalen zulässigen Krümmungsradius (R_0) der Rohrleitung (44) vorher bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (44) bis nahe dem Meeresboden etwa senkrecht nach unten abgelassen wird, bevor das untere Rohrleitungsende (45) mit dem Ziehkabel (46) zum Bohrlochkopf (47) hingezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schiff (10) auf eine horizontale Entfernung größer als ein rechnerisch vorherbestimmter horizontaler Mindestabstand (L)

von einem vertikal über dem Bohrlochkopf (47) liegenden Punkt der Wasseroberfläche gebracht bzw. in dieser Entfernung gehalten wird, bevor das untere Rohrleitungsende (45) zum Bohrlochkopf (47) hingezogen wird.

16
Leerseite

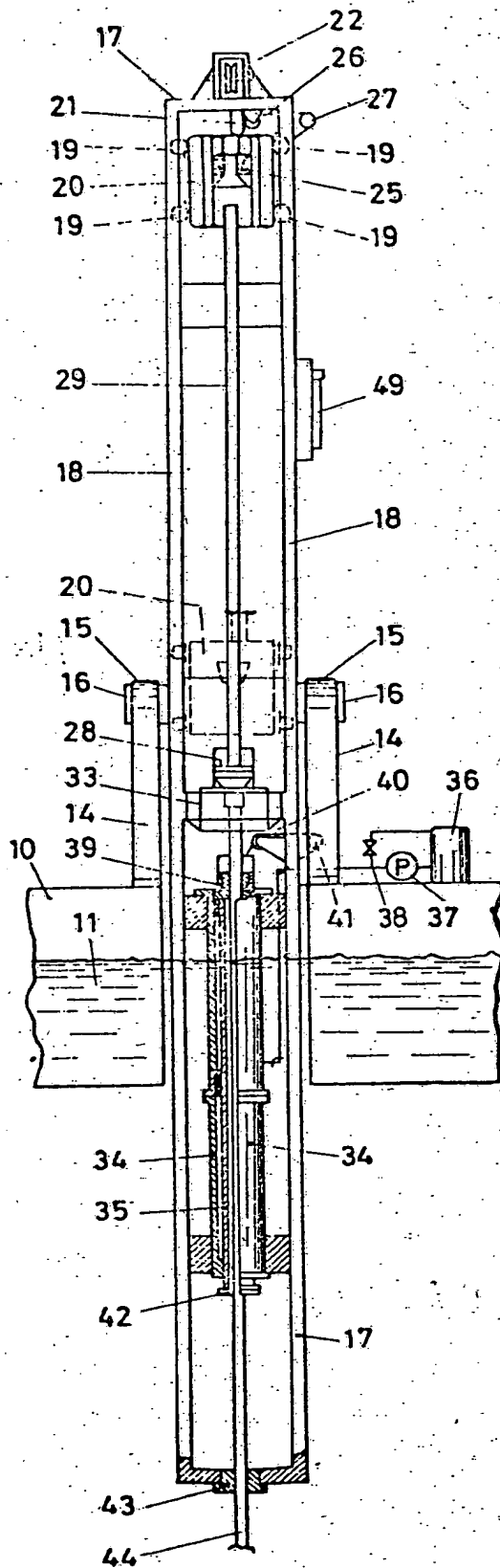


FIG. 1

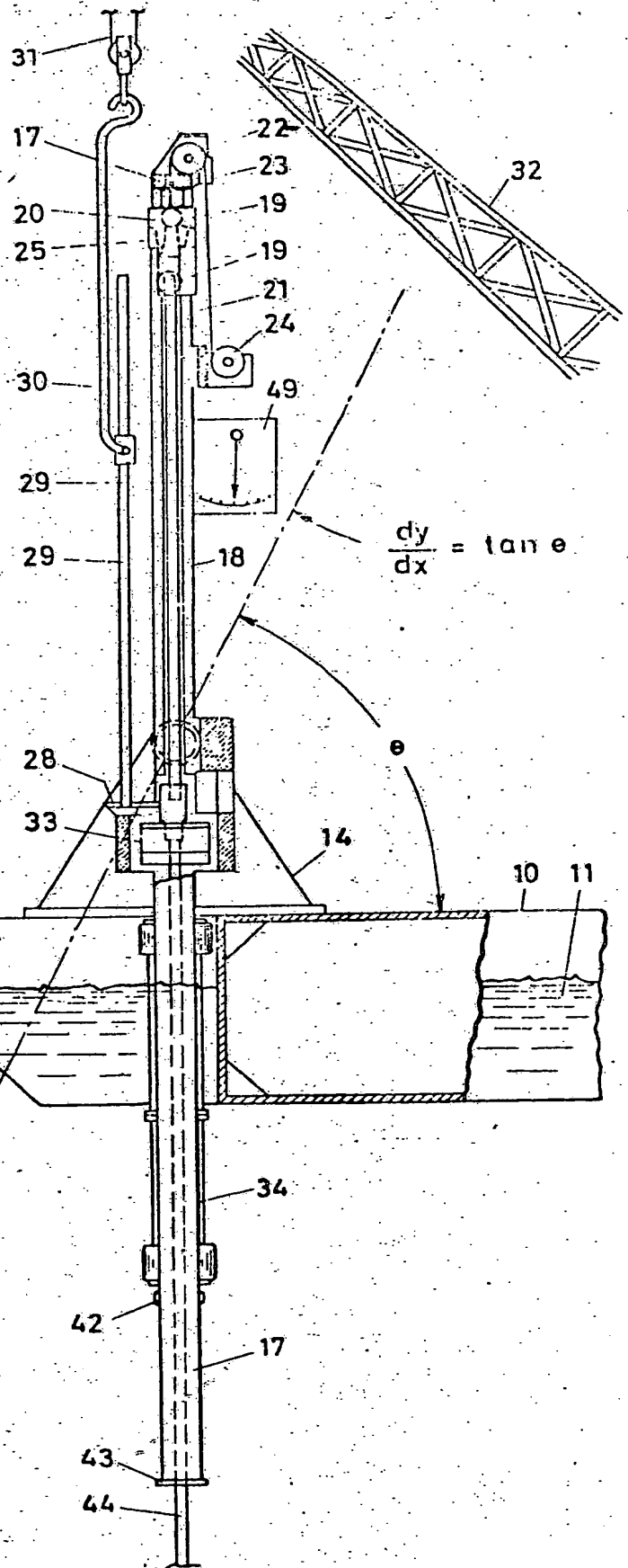


FIG. 2

- 17 -

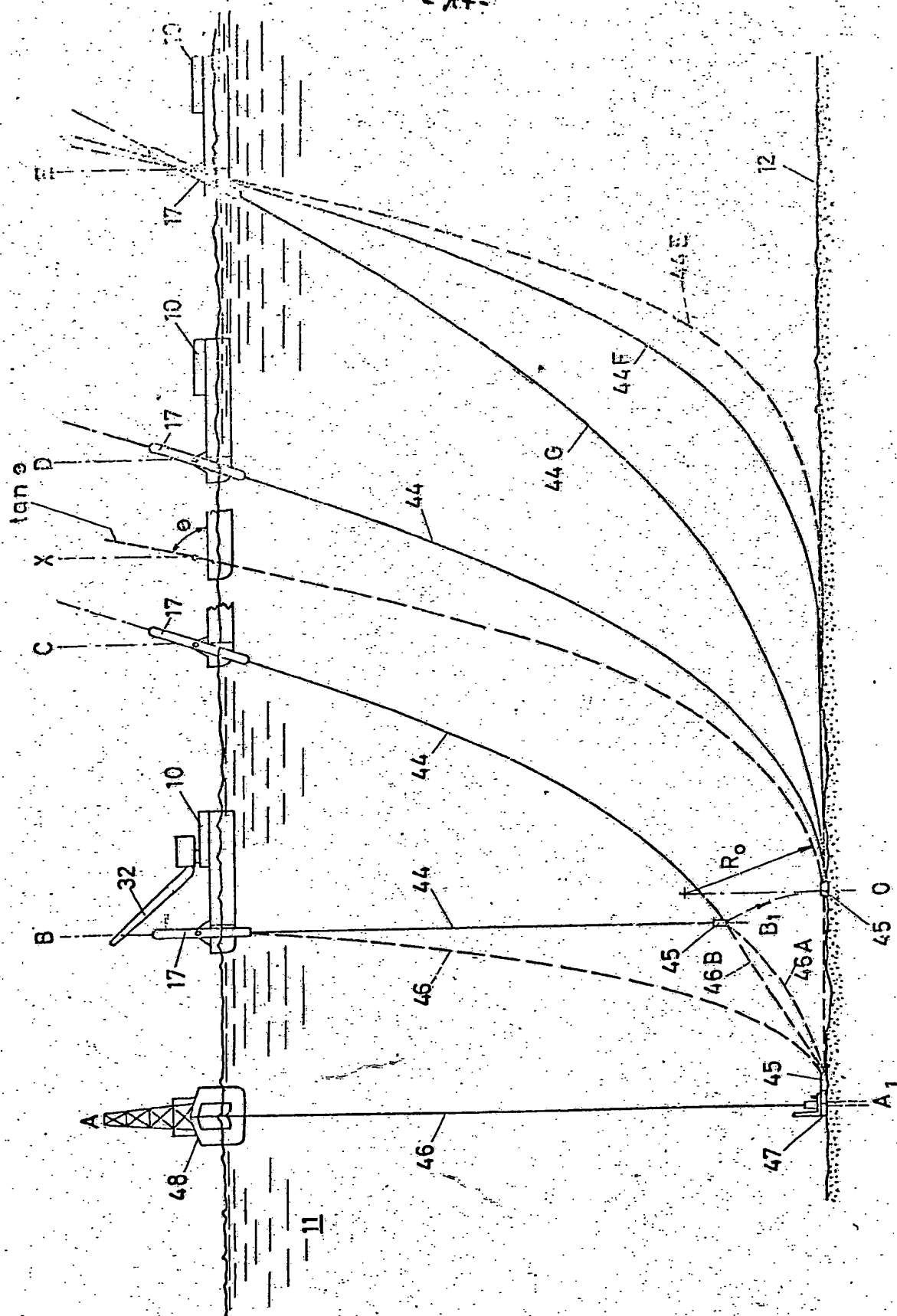


FIG. 3

12

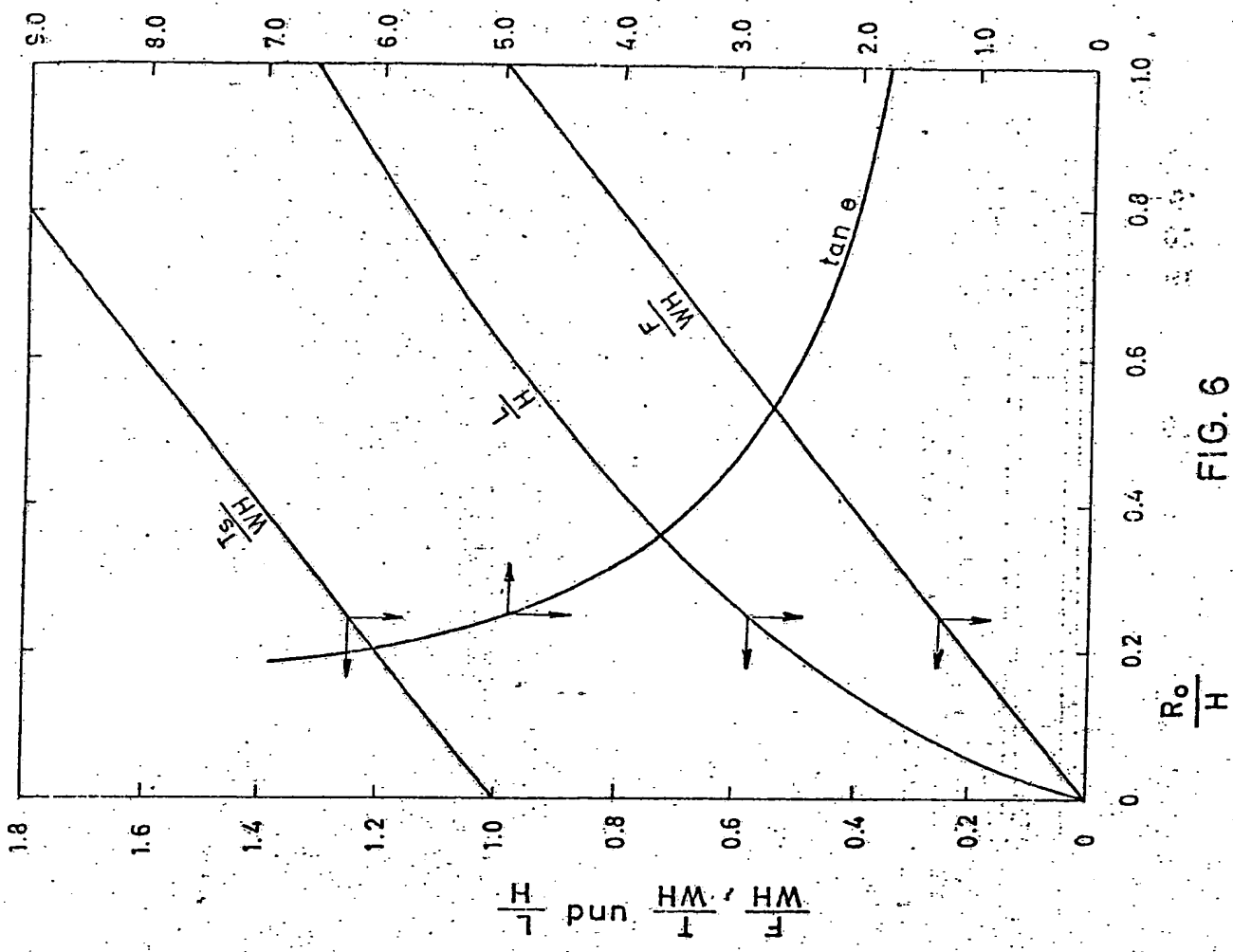


FIG. 6

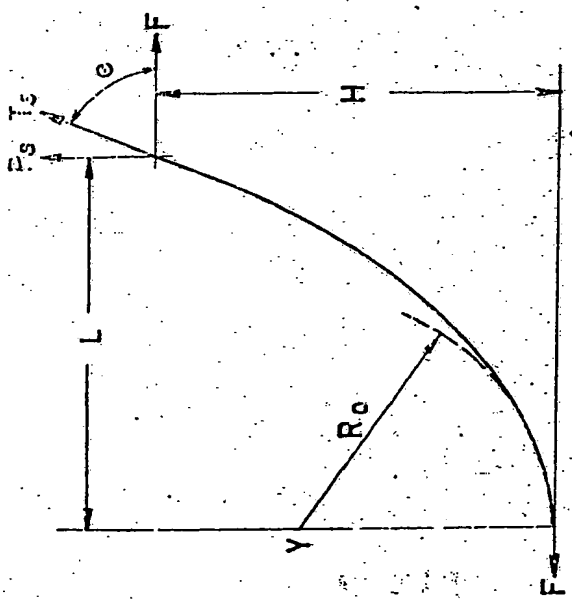


FIG. 5

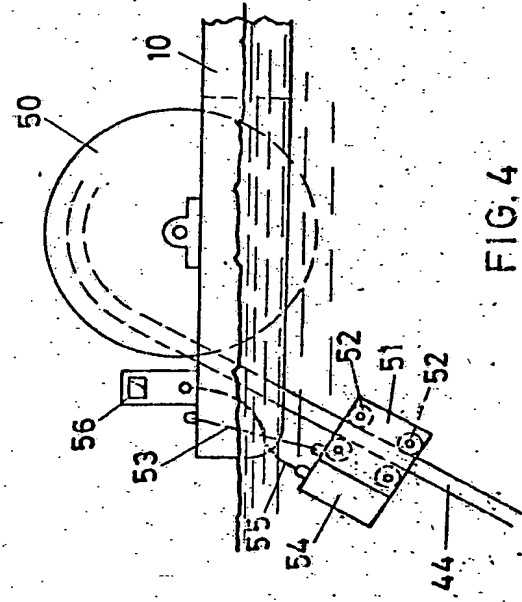


FIG. 4